В. К. ЛАБУТИН

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭНЕРГИЯ“



МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Справочная серия

Выпуск 499

В. К. ЛАБУТИН

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621. 382. 2
Л12

Брошюра содержит справочные данные по полупроводниковым диодам отечественного производства. Даны краткие пояснения к приводимым в таблицах параметрам диодов и важнейшие сведения по правилам их эксплуатации. В заключение приводятся краткие справочные данные для некоторых типов зарубежных диодов.

Предназначена для радиолюбителей-конструкторов.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабутин Вадим Константинович

Полупроводниковые диоды. М.—Л. издательство «энергия», 1964

24 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 499)

Темплан 1964 г., № 387

Редактор *А. И. Кузьминов* Техн. редактор *В. И. Сологубов*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 28/XI-63 г. Подписано к печати 27/XII—63 г.
Т 17420. Бумага 84×108[1]/32. Печ. л. 1,23. Уч.-изд л. 1,5.
Тираж 100 000 экз. Цена 06 коп Зак 1284

Типография изд-ва «Московский рабочий», Москва, Петровка, 17.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

По исходному полупроводниковому материалу диоды делятся на две основные группы: *германиевые* и *кремниевые*. Первые работают при температурах не выше +70° С, а вторые — до +125—150° С.

По конструктивно-технологическому признаку также различают две разновидности диодов: *точечные* и *плоскостные*. У точечных диодов (рис. 1, *а*) выпрямляющий контакт образуется в точке касания

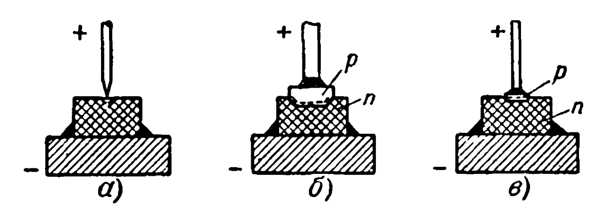


Рис. 1. Устройство полупроводниковых диодов различных типов.

а — точечного; *б* — плоскостного сплавного; *в* — микросплавного

полупроводниковой пластинки острием металлической иглы, причем пропускное направление соответствует прохождению тока от иглы к пластинке. У плоскостных диодов (рис. 1, *б, в*) выпрямляющими свойствами обладает поверхность раздела двух областей полупроводника с разными типами проводимости (дырочной *p* и электронной *n*) внутри монокристаллического объема полупроводника (*p-n* переход). Наиболее распространенными плоскостными диодами являются так называемые *сплавные*, у которых *p-n* переход образуется в результате рекристаллизации сплава исходного полупроводника с помещенной на его поверхности таблеткой примесного вещества (рис. 1, *б*).

Сплавные диоды позволяют пропускать значительно большие токи и отличаются лучшим постоянством характеристик, но обладают повышенными емкостями, что ограничивает их применение на высоких частотах. Промежуточными свойствами обладают *микросплавные* диоды (рис. 1, *в*). Они изготавливаются путем электролитического осаждения тонкой пленки примесного вещества на поверх-

ность монокристаллической пластинки исходного полупроводника и последующего вплавления этой примеси.

По областям применения различают диоды универсального назначения, силовые выпрямительные диоды, стабилизаторы напряжения («опорные» диоды) и ряд разновидностей диодов специализированного назначения (смесительные и модуляторные диоды, диоды для умножения частоты, для параметрических усилителей и др.). Выпускаются также высоковольтные выпрямительные столбы, состоящие из нескольких однотипных диодов, включенных последовательно

В настоящее время выпускаемые отечественной промышленностью диоды маркируются буквой Д и порядковым номером, причем для обозначения диодов разных классов используются числа различных сотен (табл. 1). Исключение составляют выпрямительные диоды типов ВГ, ГВВ, ДГ Ц21—ДГ-Ц27 и Д7А—Д7Ж, которым были присвоены эти обозначения до введения классификационной таблицы.

Таблица 1

Второй элемент обозначения типов диодов

<table>
<tr><th>Классы диодов</th><th>Германиевые</th><th>Кремниевые</th></tr>
<tr><td>Точечные</td><td>1—100</td><td>101—200</td></tr>
<tr><td>Плоскостные</td><td>301—400</td><td>201—300</td></tr>
<tr><td>Смесительные и модуляторные</td><td colspan="2">401—500</td></tr>
<tr><td>Умножители частоты</td><td colspan="2">501—600</td></tr>
<tr><td>Видеодетекторы</td><td colspan="2">601—700</td></tr>
<tr><td>Параметрические</td><td colspan="2">701—800</td></tr>
<tr><td>Стабилитроны</td><td colspan="2">801—900</td></tr>
<tr><td>Выпрямительные столбы</td><td colspan="2">1001.....</td></tr>
</table>

После числа в качестве третьего элемента обозначения часто применяются начальные буквы русского алфавита (А, Б, В и т. д), отличающие разновидности диодов одного типа (подтипы).

В настоящей брошюре приводятся справочные данные по наиболее распространенным типам диодов отечественного производства Для облегчения ориентировки в распределении диодов по различным таблицам в табл. 2 приведен перечень всех помещенных в справочнике диодов в порядке возрастания их номеров с указанием таблиц и конструктивных чертежей.

Таблица 2

Сводная таблица типов полупроводниковых диодов, помещенных в справочнике

Тип	Краткая характеристика	№ таблицы	Конструкция (рис. 4)
Д1А—Д1Ж	Точечный германиевый универсального назначения	3	*А*
Д2А—Д2И	То же	3	*Б*
Д7А—Д7Ж	Плоскостной германиевый выпрямительный . . .	5	*В*
Д9А—Д9Л	Точечный германиевый универсального назначения	3	*А*
Д10, А, Б	Точечный германиевый для широкополосных ограничителей и детекторов . .	10	*Б*
Д11—Д14А	Точечный германиевый универсального назначения	3	*Б*
Д18	Точечный германиевый импульсный	9	*Г*
Д19, А, Б	То же	9	*А*
Д101—Д103А	Точечный кремниевый универсального назначения	4	*Б*
Д104—Д106А	То же	4	*Д*
Д107—Д109	» »	4	*Д*
Д202—Д205	Плоскостной кремниевый выпрямительный . . .	6	*Е*
Д206—Д211	То же	6	*В*
Д214—Д215Б	» »	6	*Ж*
Д217—Д218	» »	6	*В*
Д219А—Д220Б	Микроплоскостной кремниевый импульсный . .	9	*Г*
Д221—Д222	Плоскостной выпрямительный кремниевый . . .	6	*Е*
Д223, Д223А, Д223Б	Микроплоскостной кремниевый универсального назначения	7	*Г*

Продолжение

Тип	Краткая характеристика	№ таблицы	Конструкция (рис. 4)
Д224. Д224А, Д224Б	Плоскостной кремниевый выпрямительный . .	6	*Ж*
Д225	Плоскостной кремниевый для электронных вычислительных машин . .	8	*И*
Д226А	Плоскостной кремниевый выпрямительный . .	6	*Б*
Д229. Д229А, Д229Б	То же	6	*Е*
Д230. Д230А, Д230Б	» »	6	*В*
Д231—Д233А	» »	6	*Ж*
Д302—Д305	Плоскостной германиевый выпрямительный . . .	5	*Л*
Д808—Д813	Плоскостной кремниевый стабилитрон	11	*И*
Д814А—Д	То же	11	*К*
Д1001—Д1003А	Плоскостной германиевый выпрямительный столб	5	В пластмассовых прямоугольных корпусах
Д1004—Д1008	Плоскостной кремниевый выпрямительный столб .	6	
Д1009—Д1011А	То же	6	
ВГ-2	Плоскостной германиевый выпрямительный . .	5	$l=77$ *мм* $d=43$ *мм*
ВГ-10-30...150	То же	5	
ВГ-30	» »	5	$l=300$ *мм* $d=70$ *мм*
ВГ-50-30...110	» »	5	
ГВВ-200-15...110	» »	5	$l=320$ *мм* $d=112$ *мм*
ДГ-Ц21—ДГ-Ц27	» »	5	*М*

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИОДОВ

Вольт-амперная характеристика (рис. 2, *а*) выражает зависимость тока, проходящего через диод, от величины и полярности приложенного к нему постоянного напряжения. «Прямая» ветвь, изображаемая в правом верхнем квадранте, соответствует пропускному направлению тока, а «обратная» ветвь (в левом нижнем квадранте) — запорному. Чем круче и ближе к вертикальной оси поднимается прямая ветвь и чем ближе к горизонтальной оси и на большем ее протяжении прилегает к ней обратная ветвь, тем лучше диод. Требованиям, предъявляемым к прямой ветви, лучше всего удовлетворяют германиевые плоскостные диоды, а обратная ветвь лучше у кремниевых диодов.

При достаточно большом обратном напряжении у любого диода наблюдается резкое увеличение обратного тока, обычно называемое пробоем.

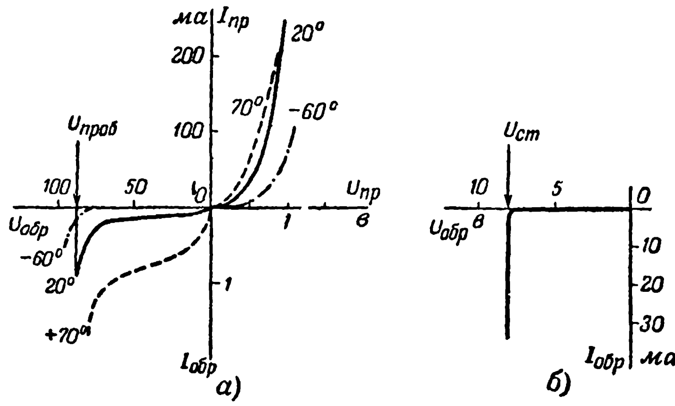


Рис. 2. Типичный вид вольт амперной характеристики полупроводниковых диодов (*а*) и обратной ветви стабилитрона (*б*).

Нормальная работа диодов в качестве элементов с односторонней проводимостью обычно возможна лишь в таких режимах, когда обратное напряжение не превышает пробивного ($U_{проб}$. на рис. 2, *а*). В то же время нормальная работа стабилитронов (кремниевых стабилизаторов напряжения) основана именно на заходе в область электрического пробоя, который не опасен для диода до тех пор, пока внешнее сопротивление ограничивает ток, проходящий через диод, и предотвращает перегрев диода. Для стабилитронов особенно важно, чтобы обратный ток при увеличении обратного напряжения вплоть до $U_{проб}$ оставался минимальным, а при достижении пробивного напряжения сразу же резко нарастал (рис. 2, *б*).

При повышении температуры как прямой, так и обратный токи увеличиваются, а при понижении температуры уменьшаются (рис. 2, *а*). Пробивное напряжение в зависимости от типа диода может по-разному зависеть от температуры, но чаще всего оно понижается с повышением температуры.

Вместо графического представления вольт-амперных характеристик обычно указывают отдельные точки этих характеристик:

прямой ток при оговоренной величине напряжения (обычно 1 *в*) или *прямое падение напряжения* при оговоренной величине тока;

обратный ток при определенном обратном напряжении (обычно близком к пробивному) или *обратное напряжение* при определенной величине обратного тока.

Прямое и обратное сопротивления. Следует различать прямое и обратное сопротивления для постоянного тока (статические сопротивления):

$$R_{пр}=\frac{U_{пр}}{I_{пр}};$$

$$R_{обр}=\frac{U_{обр}}{I_{обр}}$$

и аналогичные дифференциальные сопротивления:

$$r_{пр}=\frac{dU_{пр}}{dI_{пр}};$$

$$r_{обр}=\frac{dU_{обр}}{dI_{обр}}.$$

Последние характеризуют свойства диода по отношению к малым приращениям или к переменным составляющим, наложенным на относительно большие постоянные токи или напряжения, и могут во много раз отличаться от сопротивлений для постоянного тока. Из вольт-амперных характеристик дифференциальные сопротивления определяются по наклону касательных в данной точке (рис. 3). Дифференциальное сопротивление в области пробоя представляет собой динамическое сопротивление стабилитронов (табл. 11).

Для импульсных диодов указывается прямое импульсное сопротивление — отношение максимального всплеска прямого напряжения на диоде к вызывающему его импульсу тока. Импульсное сопротивление может заметно превышать статическое сопротивление, и его нельзя определить по вольт-амперным характеристикам, снятым на постоянном токе.

Частотные характеристики диодов. По мере повышения частоты приложенного к диоду переменного напряжения выпрямительные свойства диода ухудшаются. Два важнейших фактора, влияющих на частотные свойства диода, это *проходная емкость*, шунтирующая выпрямляющий контакт, и инерционность электрического заряда, накапливающегося в пластинке полупроводника при прохождении прямого тока.

Проходная емкость оказывает вредное действие в то время, когда диод заперт, и складывается из конструктивной емкости выводов и из барьерной емкости *p-n* перехода. Последняя уменьшается при повышении обратного напряжения.

Накопление электрического заряда и сохранение его в течение некоторого времени после выключения прямого тока приводят к тому, что диод приобретает высокое обратное сопротивление не сразу. Поэтому для импульсных диодов (см. табл. 9) непосредственно оговаривают так называемое *время восстановления* — интервал времени, отсчитываемый от момента переключения напряжения с прямого на обратное, по истечении которого обратный ток уменьшается до определенного значения.

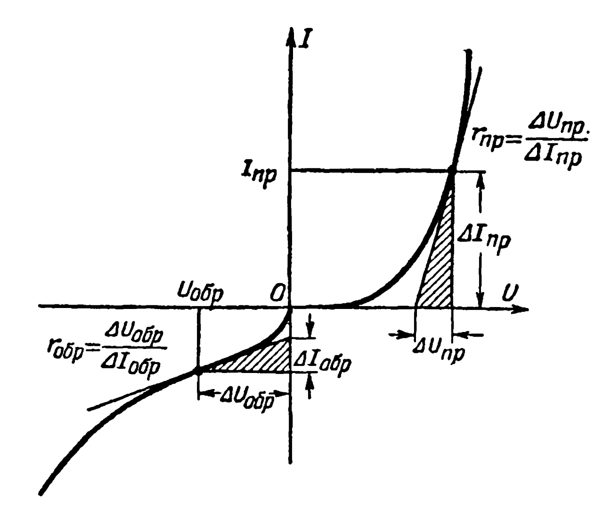


Рис. 3. Определение дифференциальных сопротивлений диода по вольт-амперной характеристике.

Для выпрямительных диодов и диодов универсального назначения указывают *наивысшую рабочую частоту* — частоту, при которой выпрямленный ток уменьшается на определенную величину (обычно на 30%).

Для диодов, предназначенных специально для детектирования высокочастотных сигналов, иногда вместо прямого тока указывают непосредственно *выпрямленный ток на высокой частоте* (*см.* табл. 10).

Предельно допустимые эксплуатационные данные сообщаются для ограничения реальных режимов применения диодов в целях предотвращения их преждевременного выхода из строя. По существу, для сохранности диода опасен только перегрев, который может происходить из-за рассеивания чрезмерно большой мощности.

Для стабилитронов, у которых рабочее напряжение точно известно, указывается непосредственно предельно допустимое значение мощности, которую легко подсчитать, зная ток через диод.

Для остальных типов диодов вследствие значительного разброса пробивных напряжений, обратных и прямых токов расчет рассеиваемой мощности затруднителен. Поэтому в справочных данных приводят предельно допустимые значения *обратного напряжения* и *прямого тока*, которые могут длительное время действовать в цепи диода. Для выпрямительных диодов вместо этого указывают предельную *амплитуду обратного напряжения* и допустимый *выпрямленный ток*, причем оба параметра относятся к однополупериодной схеме выпрямления с чисто активным сопротивлением нагрузки. Таким образом, при емкостной нагрузке (выпрямитель со сглаживающим фильтром, начинающимся с конденсатора) амплитуда переменного напряжения должна быть вдвое меньше. Для некоторых типов диодов указывают предельно допустимое значение амплитуды выпрямленного тока.

Во время переходных процессов при подаче и снятии питания в силовых устройствах, а также в импульсных схемах допускается прохождение кратковременных импульсов особенно больших прямых токов через диоды. Перегрузочную способность диодов в таких режимах описывают предельно допустимым значением *импульса прямого тока* при оговариваемой длительности импульса. При этом в импульсных режимах *среднее значение прямого тока* не должно превышать определенной величины, которая оговаривается особо для импульсных диодов, а для остальных типов равна допустимому выпрямленному току.

Наконец, для всех диодов ограничивается *диапазон температур окружающей среды*. Вследствие ухудшения теплоотвода и роста обратного тока при повышении температуры окружающего воздуха у многих диодов снижаются допустимые значения прямого (выпрямленного) тока и обратного напряжения.

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ДИОДОВ

Для предотвращения механических повреждений диодов (особенно точечных в миниатюрных стеклянных корпусах) надо осторожно обращаться с их выводами, не подвергать выводы многократным перегибам, избегать острых углов перегиба, изгибать выводы лишь на расстоянии не менее нескольких миллиметров от корпуса диода. Хотя полупроводниковые диоды в целом обладают высокой механической прочностью, все же их следует оберегать от падения с большой высоты. При эксплуатации в условиях вибраций (на транспорте) диоды всех типов необходимо прочно крепить за корпус.

Наиболее опасно для полупроводниковых диодов воздействие высокой температуры (выше 85° С для германиевых и выше 150° С для кремниевых). Поэтому необходимы определенные предосторожности при впаивании диодов в схему и при работе паяльником вблизи вмонтированных диодов. Припаивать выводы диодов надо быстро (в течение 2—3 *сек*) и на возможно большем расстоянии от корпуса. Полезно применять низкотемпературные припои и маломощные паяльники. При невозможности выполнить эти рекомендации во время пайки выводов между припаиваемой точкой и корпусом диода надо создавать теплоотвод, например зажимать припаиваемый вывод плоскогубцами и отпускать их лишь после остывания места пайки.

Не менее опасен перегрев диода во время работы, который может произойти в результате расположения диода вблизи других нагревающихся элементов (ламп, трансформаторов и т. п.) или вследствие собственного тепловыделения. Конструируя аппаратуру с полупроводниковыми диодами, следует продумывать условия общего теплообмена разрабатываемого прибора с внешней средой, предусматривать отверстия для выхода теплого воздуха из корпуса прибора (эти меры особенно необходимы в приборах с большим суммарным потреблением мощности).

Нормальная работа мощных выпрямительных диодов (см. табл. 5 и 6), как правило, требует применения дополнительных теплоотводов или даже принудительного охлаждения. В качестве теплоотвода могут применяться металлические пластины (из красной меди или алюминия), металлические шасси, на которых крепятся диоды, или специальные радиаторы.

Теплоотвод зависит от общей поверхности радиатора, поэтому для экономии места выгодно делать радиаторы ребристыми. Высокая эффективность всех теплоотводящих элементов достигается только при условии, что между соприкасающимися поверхностями корпуса диода и теплоотвода нет воздушных прослоек. Эти части поверхностей часто полируют. Ввиду того что у большинства диодов один из электродов непосредственно соединен с корпусом (рис. 4), часто приходится вводить электрическую изоляцию корпуса от теплоотводящего элемента. Для того, чтобы при этом не слишком ухудшался теплоотвод, в качестве изоляционной прокладки используют тончайший листок слюды.

Чем больше мощность, рассеиваемая диодом, и чем выше температура окружающей среды, тем совершеннее должен быть теплоотвод. Толщина медных или алюминиевых пластин, служащих теплоотводом, должна составлять не менее 1 *мм* для диодов типов Д202—Д205, Д221—Д222, Д229 и не менее 3 *мм* для диодов типов Д214, Д215, Д224, Д231—Д233 и Д303—Д305. Площадь теплоотводящей пластины (в квадратных сантиметрах) надо выбирать в соответствии со следующими рекомендациями:

При токе	Д214, Д215, Д224 и Д231 — Д233 (+25° С)	(+125°С)	Д302—Д305 (+25°С)
1 *а*	—	—	—
2 *а*	10	50	25
5 *а*	25	100	50
10 *а*	50	200	200

Для повышения эффективности теплоотвода пластины следует размещать вертикально. Надежность работы мощных выпрямительных диодов значительно повышается при применении воздушного обдува.

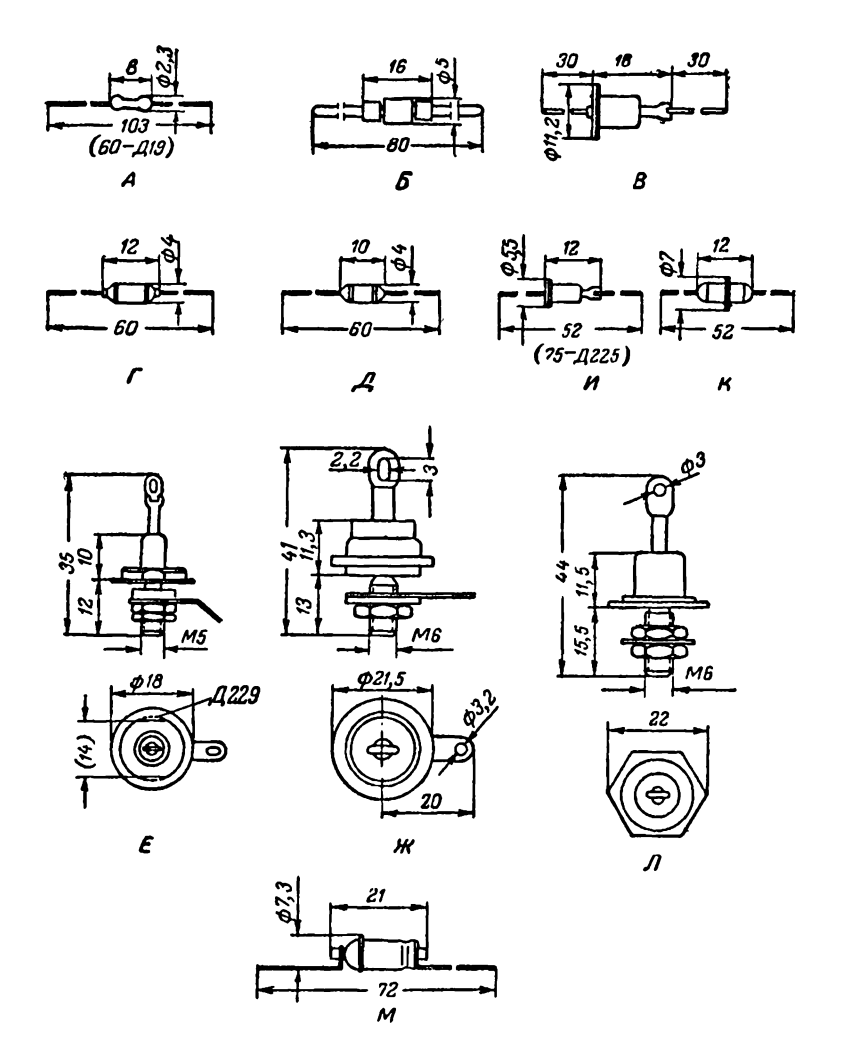


Рис. 4. Конструктивные чертежи диодов отечественного производства.

Для повышения допустимого выпрямленного тока однотипные выпрямительные диоды можно включать параллельно, а для повышения допустимого обратного напряжения — последовательно. Чтобы избежать неравномерного распределения токов при параллельном соединении, следует либо подбирать диоды с одинаковыми прямыми падениями напряжения, либо включать последовательно с каждым диодом уравнивающие ток сопротивления. Эти сопротивления должны быть не менее 5 *ом* для германиевых диодов (Д7А—Д7Ж, ДГ-Ц21 — ДГ-27) и для кремниевых диодов с допустимым выпрямленным током до 0,1 *а* (Д206—Д211, Д217, Д218) и не менее 8 *ом* для кремниевых диодов с допустимым выпрямленным током до 0,3—0,4 *а* (Д202—Д205, Д221, Д222, Д229, Д230).

При последовательном соединении для избежания неравномерного распределения обратного сопротивления каждый диод следует шунтировать сопротивлением или конденсатором. Для диодов типов ДГ-Ц21—ДГ-Ц27, Д7А—Д7Ж, Д202—Д205, Д206—Д211, Д221, Д222 и Д226 шунтирующие сопротивления выбираются из расчета 70 *ком* на каждые 100 *в* обратного напряжения, для диодов Д302—Д305, Д214, Д215, Д224 и Д231—Д233 из расчета 10—15 *ком* на каждые 100 *в* обратного напряжения. Диоды типов Д217, Д218, Д229 и Д230 при последовательном соединении следует шунтировать конденсаторами емкостью 50 *пф*. Выпрямительные столбы типов Д1001—Д1003 и Д1009—Д1011 при амплитуде обратного напряжения до 6 *кв* и типов Д1004—Д1008 — до 30 *кв* можно включать последовательно без применения шунтов.

После изготовления выпрямителей с полупроводниковыми диодами очень полезно экспериментально проверять температуру диодов при помощи термопары, выполненной из проволок диаметром не более 0,2 *мм*. Установившаяся температура корпуса диодов (у мощных диодов — основания корпуса возле крепежного винта) не должна превышать 80° С для германиевых диодов и 135° С для кремниевых.

Для повышения надежности надо избегать режимов применения диодов, сочетающих предельно допустимые температуру, напряжение и ток. Рекомендуется все диоды применять при обратных напряжениях, не превышающих 80% от предельно допустимого.

Некоторые типы диодов вследствие их малых размеров маркируются с помощью цветового кода, элементами которого служат цвет корпуса, окраска концов корпуса возле плюсового и минусового выводов (полярность соответствует прямому напряжению) или цветные точки возле этих выводов и цветные метки в средней части корпуса (см. табл. 12).

У большинства диодов плюсовой вывод отмечается красной краской.

Окраска корпуса применяется также для светозащиты *p-n* перехода, так как ему свойственен фотоэффект. При работе с диодами, не имеющими светозащитного покрытия, надо помнить, что действие внешнего света может значительно увеличить обратный ток и даже привести к появлению фона переменного тока (особенно при освещении лампами дневного света).

Таблица 3

Точечные германиевые диоды универсального назначения

Тип	Прямой ток, *ма*, при напряжении +1 *в*	Допустимый выпрямленный ток, *ма*	Допустимое обратное напряжение, *в*		Обратный ток, *мка* (при обратном напряжении) при +20°С	Проходная емкость, *пф*	Наивысшая рабочая частота, *Мгц*
			при +20° С	при +70° С			
Д1А	⩾2,5	16	20	10	250 (10 *в*)	⩽1	150
Д1Б	⩾1	16	30	25	250 (25 *в*)		
Д1В	⩾7,5	25	30	25	250 (25 *в*)		
Д1Г	⩾5	16	50	45	250 (50 *в*)		
Д1Д	⩾2,5	16	75	55	250 (75 *в*)		
Д1Е	⩾1	12	100	65	250 (100 *в*)		
Д1Ж	⩾5	12	100	70	250 (100 *в*)		
Д2А	⩾50	50	10	10	250 (7 *в*)	⩽1	150
Д2Б	5—10	16	30	30	100 (10 *в*)		
Д2В	⩾9	25	40	40	250 (30 *в*)		
Д2Г	2—5,5	16	75	56	250 (30 *в*)		
Д2Д	4,5—10	16	75	56	250 (50 *в*)		
Д2Е	4,5—10	16	100	75	250 (100 *в*)		
Д2Ж	2—10	8	150	112	250 (150 *в*)		
Д2И	2—5 5	16	100	75	250 (100 *в*)		
Д9А	⩾10	25	10	10	250 (10 *в*)	1—2	40
Д9Б	⩾90	40	10	10	250 (10 *в*)		
Д9В	⩾10	20	30	20	250 (30 *в*)		
Д9Г	⩾30	30	30	20	250 (30 *в*)		
Д9Д	⩾60	30	30	20	250 (30 *в*)		
Д9Е	⩾30	20	50	30	250 (50 *в*)		
Д9Ж	⩾10	15	100	45	250 (100 *в*)		
Д9И	⩾30	30	30	20	120 (30 *в*)		
Д9К	⩾60	30	30	20	60 (30 *в*)		
Д9Л	⩾30	15	100	45	250 (100 *в*)		
Д11	⩾100	20	30	18	250 (30 *в*)	⩽1	150
Д12	⩾ 50	20	50	30	250 (50 *в*)		
Д12А	⩾100	20	50	30	250 (50 *в*)		
Д13	⩾100	20	75	45	250 (75 *в*)		
Д14	⩾ 30	20	100	60	250 (100 *в*)		
Д14А	⩾100	20	100	60	250 (100 *в*)		

Диапазон рабочих температур всех типов диодов от —60 до +70° С.

Таблица 4

Точечные кремниевые диоды универсального назначения

Тип	Прямой ток, *ма*, при напряжении +1 *в*	Допустимый выпрямленный ток, *ма*	Допустимое обратное напряжение, *в*			Обратный ток, *мка* (при обратном напряжении), при +20° С	Проходная емкость, *пф*	Наивысшая рабочая частота, *Мгц*	Диапазон рабочих температур, °С
			при +20° С	при +125° С	при +150° С				
Д101	⩾ 2[1]	30	100	75	50	10 (75 *в*)	⩽0,5	200	−60÷+150
Д101А	⩾ 1	30	100	75	50	10 (75 *в*)			
Д102	⩾ 2[1]	30	75	50	30	10 (50 *в*)			
Д102А	⩾ 1	30	75	50	30	10 (50 *в*)			
Д103	⩾ 2[1]	30	30	30	20	30 (30 *в*)			
Д103А	⩾ 1	30	30	30	20	30 (30 *в*)			
Д104	⩾ 2[1]	30	100	75	50	10 (75 *в*)	⩽0,6	600	−60÷+150
Д104А	⩾ 1	30	100	75	50	10 (75 *в*)			
Д105	⩾ 2[1]	30	75	50	20	10 (50 *в*)			
Д105А	⩾ 1	30	75	50	20	10 (50 *в*)			
Д106	⩾ 2[1]	30	30	30	20	30 (30 *в*)			
Д106А	⩾ 1	30	30	30	20	30 (30 *в*)			
Д107	⩾10	3	10	10	—	1 (10 *в*)	—	20	−60÷+125
Д107А	⩾10	3	10	10	—	1 (30 *в*)			
Д108	⩾10	3	30	30	—	1 (50 *в*)			
Д109	⩾10	3	50	50	—	0,1 (10 *в*)			

[1] При напряжении +2 *в*.

Таблица 5

Выпрямительные германиевые плоскостные диоды и столбы

Тип	Допустимый выпрямленный ток, *а*	Допустимая амплитуда обратного напряжения, *в*		Наибольшее прямое падение напряжения, *в*	Обратный ток, *ма*, при наибольшей амплитуде обратного напряжения (+20°С), не более	Наивысшая рабочая частота, *кгц*	Диапазон температур окружающей среды, °С	Охлаждение
		при +20° С	при +70° С					
ВГ-2	2	150—300	—	0,45	—			Воздушное принудительное со скоростью 2,5 *м/сек*
ВГ-10-30	10	30	—	0,45	10			
ВГ-10-45	10	45	—	0,45	10			
ВГ-10-55	10	55	—	0,45	10			
ВГ-10-80	10	80	—	0,45	10			
ВГ-10-110 . . .	10	110	—	0,45	10			
ВГ-10-150 . . .	10	150	—	0,45	10	—	—40÷+50	
ВГ-30	30	50—150	—	0,5	50			
ВГ-50-30	50	30	—	0,5	50			
ВГ-50-45	50	45	—	0,5	50			
ВГ-50-55	50	55	—	0,5	50			
ВГ-50-80	50	80	—	0,5	50			
ВГ-50-110 . . .	50	110	—	0,5	50			
ГВВ-200-15 . .	200	15	—	0,8	50			Водяное принудительное со скоростью 2 *л/мин*
ГВВ-200-30 . .	200	30	—	0,8	50			
ГВВ-200-45 . .	200	45	—	0,8	50			
ГВВ-200-55 . .	200	55	—	0,8	50	—	0÷+35	
ГВВ-200 80 . .	200	80	—	0,8	50			
ГВВ-200-110 . .	200	110	—	0,8	50			

Продолжение

Тип	Допустимый выпрямленный ток, *а*	Допустимая амплитуда обратного напряжения, *в*		Наибольшее прямое падение напряжения, *в*	Обратный ток, *ма*, при наибольшей амплитуде обратного напряжения (+20°С), не более	Наивысшая рабочая частота, *кгц*	Диапазон температур окружающей среды, °С	Охлаждение
		при +20° С	при +70° С					
ДГ-Ц21	0,3	50	25	0,5	0,3	50 (проходная емкость ⩽ 50 *пф*)	—60÷+70	Естественное
ДГ-Ц22	0,3	100	35	0,5	0,3			
ДГ-Ц23	0,3	150	50	0,5	0,3			
ДГ-Ц24	0,3	200	65	0,5	0,3			
ДГ-Ц25	0,1	300	90	0,3	0,3			
ДГ-Ц26	0,1	350	110	0,3	0,3			
ДГ-Ц27	0,1	400	130	0,3	0,3			
Д7А	0,3	50	25	0,5	0,1	50	—60÷+70	То же
Д7Б	0,3	100	50	0,5	0,1			
Д7В	0,3	150	50	0,5	0,1			
Д7Г	0,3	200	100	0,5	0,1			
Д7Д	0,3	300	130	0,5	0,1			
Д7Е	0,3	350	140	0,5	0,1			
Д7Ж	0,3	400	150	0,5	0,1			
Д302	1	200	50	0,25	1	—	—60÷+70	Естественное с дополнительным теплоотводом
Д303	3	150	50	0,3	1			
Д304	5	100	50	0,3	3			
Д305	10	50	50	0,35	3			
Д1001	0,1	2 000	2 000	6,5	0,15	20	—60÷+70	Естественное
Д1001А	0,1	1 000	1 000	3,5	0,15			
Д1002	0,3	2 000	2 000	7,5	0,3			
Д1002А	0,3	1 000	1 000	4	0,3			
Д1003А	0,3	500	500	2	0,3			

Таблица 6

Выпрямительные кремниевые плоскостные диоды и столбы

Тип	Допустимый выпрямленный ток, *а*	Допустимая амплитуда обратного напряжения, *в*	Наибольшее прямое падение напряжения, *в*	Обратный ток, *ма*, при наибольшей амплитуде обратного напряжения (+20° С), не более	Охлаждение
Д202	0,4	100	1	0,5	Естественное с дополнительным теплоотводом 40 *см*²
Д203	0,4	200	1	0,5	
Д204	0,4	300	1	0,5	
Д205	0,4	400	1	0,5	
Д206	0,1	100	1	0,1	Естественное
Д207	0,1	200	1	0,1	
Д208	0,1	300	1	0,1	
Д209	0,1	400	1	0,1	
Д210	0,1	500	1	0,1	
Д211	0,1	600	1	0,1	
Д214	5	100	1	3	Естественное с дополнительным теплоотводом 25—200 *см*²
Д214А	10	100	1	3	
Д214Б	2	100	1	3	
Д215	5	200	1	3	
Д215А	10	200	1	3	
Д215Б	2	200	1	3	
Д224	5	50	1	3	
Д224А	10	50	1	3	
Д224Б	2	50	1	3	
Д217	0,1	800	0,5	0,05	Естественное
Д218	0,1	1 000	0,5	0,05	
Д221	0,4	400	1	0,5	Естественное с дополнительным теплоотводом 40 *см*²
Д222	0,4	600	1	0,5	
Д226	0,3	400	1	0,03	Естественное
Д226А	0,3	300	1	0,03	
Д229А	0,4	200	1	0,05	Естественное с дополнительным теплоотводом 40 *см*²
Д229Б	0,4	400	1	0,05	

Продолжение

Тип	Допустимый выпрямленный ток, *а*	Допустимая амплитуда обратного напряжения, *в*	Наибольшее прямое падение напряжения, *в*	Обратный ток, *ма*, при наибольшей амплитуде обратного напряжения (+20° С), не более	Охлаждение
Д230А	0,3	200	1	0,05	Естественное
Д230Б	0,3	400	1	0,05	
Д231	10	300	1	3	Естественное с дополнительным теплоотводом или принудительное
Д231А	10[1]	300	1	3	
Д231Б	10[2]	300	1,5	3	
Д232	10	400	1	3	
Д232А	10[1]	400	1	3	
Д232Б	10[2]	400	1,5	3	
Д233	10	500	1	3	
Д233А	10[1]	500	1,5	3	
Д1004	0,1	2 000	4	0,1	Естественное
Д1005А	0,05	4 000	4	0,1	
Д1005Б	0,1	4 000	6	0,1	
Д1006	0,1	6 000	6	0,1	
Д1007	0,075	8 000	6	0,1	
Д1008	0,05	10 000	6	0,1	
Д1009	0,1	2 000	7	0,1	То же
Д1009А	0,1	1 000	3,5	0,1	
Д1010	0,3	2 000	1,1	0,1	
Д1010А	0,3	1 000	5,5	0,1	
Д1011А	0,3	500	2,5	0,1	

Примечание. Одиночные диоды всех типов допускают работу при температуре окружающей среды от —60 до +125° С, столбы типов Д1004—Д1008 при температуре до +140° С а типов Д1009—Д1011 до +85° С. Допустимые значения выпрямленного тока и амплитуды обратного напряжения соответствуют всему диапазону рабочих температур, исключая диоды типов Д231—Д233.

[1] При температуре +125° С снижается до 5 *а*.
[2] При температуре +125° С снижается до 2 *а*.

Таблица 7

Кремниевые микроплоскостные диоды универсального назначения

Основные параметры	Д223	Д223А	Д223Б
Прямой ток, *ма*, при напряжении +1 *в*, не менее	50	50	50
Допустимое обратное напряжение, *в* (при обратном токе не более 1 *мка*) . . .	50	100	150
Номинальное обратное напряжение, *в* . .	10	50	75
Обратный ток, *мка*, при номинальном обратном напряжении, не более	0,1	0,5	0,7
Допустимый импульс тока, *ма*	500	500	500
Наивысшая рабочая частота, *Мгц* . . .	20	20	20
Допустимая температура окружающей среды, °C		−60÷+125	

Таблица 8

Кремниевый плоскостной диод Д225 для электронных вычислительных машин

Допустимое среднее значение прямого тока	30 *ма*
Допустимое обратное напряжении .	5 *в*
Обратный ток при напряжении 1 *в*	0,004 *мка*
Прямое падение напряжения . .	1 *в*

Таблица 9

Импульсные диоды

Тип	Допустимый импульс тока, *ма*, при длительности 10 *мксек*	Допустимое среднее значение прямого тока, *ма*	Прямое импульсное сопротивление, *ом*, не более	Допустимое обратное напряжение, *в*	Обратный ток, *мка*, не более	Время восстановления, *мксек*	Емкость диода, *пф*, не более	Диапазон температур окружающей среды, °C
Германиевые								
Д18	50	20	100	20	50	0,07	—	−60÷+70
Д19	—	45 [1]	400	40 [1]	100 [1]	—	—	−60÷+70
Д19А	—	60 [1]	400	20 [1]	100 [1]	—	—	
Д19Б	—	45 [1]	250	20 [1]	100 [1]	—	—	
Кремниевые								
Д219А	500	50	50	70	1	0,4	15	−60÷+100
Д220	500	50	75	50	1	0,4	15	
Д220А	500	50	75	70	1	0,4	15	
Д220Б	500	50	75	100	1	0,4	15	

[1] При температуре +50° С.

Таблица 10

Точечные германиевые диоды для широкополосных ограничителей и детекторов

Основные параметры	Д10	Д10А	Д10Б
Выпрямленный ток, *ма*, при напряжении 1,5 *в* на частоте 70 *Мгц*, не менее	3	5	8
Допустимая амплитуда обратного напряжения, *в*	10		
Обратный ток, *ма*, не более	0,2		
Проходная емкость, *пф*, не более	1		
Допустимая амплитуда выпрямленного тока, *ма*, на частоте 50 *гц*	50		
Диапазон температур окружающей среды, °C	−60÷+70		

Таблица 11

Кремниевые стабилитроны

Тип	Напряжение стабилизации, *в*, при токе 5 *ма*	Допустимый ток стабилизации, *ма*	Динамическое сопротивление, *ом*, при токе		Температурный коэффициент напряжения стабилизации %/°С	Предельные значения
			1 *ма*	5 *ма*		
Д808 Д809 Д810 Д811 Д813	7—8,5 8—9,5 9—10,5 10—12 11,5—14	33 29 26 23 20	12 18 25 30 35	6 10 12 15 18	⩽0,07 ⩽0,08 ⩽0,09 ⩽0,095 ⩽0,095	Рассеиваемая мощность 280 *мвт* при температуре до +50° С и 70 *мвт* до +125° С Температура окружающей среды от —60 до +125° С
Д814А Д814Б Д814В Д814Г Д814Д	7—8,5 8—9,5 9—10,5 10—12 11,5—14	40 36 32 29 24	12 18 25 30 35	6 10 12 15 18	⩽0,07 ⩽0,08 ⩽0,09 ⩽0,095 ⩽0,095	Рассеиваемая мощность 340 *мвт* при температуре +20° С Температура окружающей среды от —60 до +125° С Прямой ток до 100 *ма*

Таблица 12

Цветовая маркировка полупроводниковых диодов

Тип диода	Метки посередине корпуса	Метки на выводах	
		«+»	«—»
Д9А	—	Красная точка	—
Д9Б	Красная точка	То же	—
Д9В	Оранжевая точка	» »	—
Д9Г	Желтая точка	» »	—
Д9Д	Белая точка	» »	—
Д9Е	Голубая точка	» »	—
Д9Ж	Зеленая точка	» »	—
Д10	—	Зеленый колпачок	—
Д10А	—	Желтый колпачок	—
Д10Б	—	Красный колпачок	—

Тип диода	Метки посередине корпуса	Метки на выводах «+»	Метки на выводах «—»
Д11—Д14А	—	Красный колпачок	Черный колпачок
Д18	—	Красная точка	Желтая точка
Д19	Желтая полоса	Красная точка	—
Д19А	Зеленая полоса	То же	—
Д19Б	Синяя полоса	» »	—
Д101	Белая точка	—	—
Д101А	—	—	—
Д102	Желтая точка	—	—
Д102А	Оранжевая точка	—	—
Д103	Голубая точка	—	—
Д103А	Зеленая точка	—	—
Д104	Белая точка	—	—
Д104А	Красная точка	—	—
Д105	Желтая точка	—	—
Д105А	Оранжевая точка	—	—
Д106	Голубая точка	—	—
Д106А	Зеленая точка	—	—
Д107	3 оранжевые точки	Красный конец	—
Д107А	3 красные точки	То же	—
Д108	3 белые точки	» »	—
Д109	3 желтые точки	» »	—
Д219	Красная точка	Красная точка	—
Д219А	—	То же	Черная точка
Д220	Желтая точка	» »	Синяя точка
Д220А	То же	» »	Черная точка
Д220Б	» »	» »	Зеленая точка
Д223	4 красные точки	Красный конец	Черный конец
Д223А	2 красные точки	То же	То же
Д223Б	3 красные точки	» »	» »

Примечание. Корпус диодов Д10, А, Б окрашен в желтый цвет, а у других типов либо в черный, либо не окрашен вовсе.

Таблица 13

Краткие справочные данные некоторых типов полупроводниковых диодов зарубежных фирм

Тип	Прямой (выпрямленный) ток, *ма*	Обратное напряжение, *в*	Обратный ток, *мка*, при 25° С	Класс
		Германиевые		
OA70	50	15	—	Точечный универсальный
OA72	35	30	50	То же
OA81	50	90	180	» »
OA85	50	90	110	» »
1N67A	80	50	50	» »
1N68A	100	100	625	» »
1N91	150	100	1 350	Выпрямительный
1N92	100	200	950	То же
1N198	80	50	50	Точечный универсальный
1N295	35	10	200	То же
1N297	35	50	100	» »
		Кремниевые		
1N457	75	60	0,025	Уннверсальный
1N485A	200	30	0,025	То же
1N537	750	200	0,01	Выпрямительный
1N538	750	300	0,01	То же
1N589	50	1 500	0,05	» »
1N924	30	60	0,025	Импульсный, время переключения 2 *мксек*
1N997	10	35	0,025	То же 0,15 *мксек*
1N1646	750	105	300*	Выпрямительный
1N1649	750	210	300*	То же
1N1652	750	350	300*	» »
1N1697	600	600	500*	» »
1N2775	500	1 000	100*	» »
1N2781	500	1 600	100*	» »
1N2784	13 *а*	200	5 *ма* *	» »
1N2789	30 *а*	400	5 *ма* *	» »
1N2925	250	6 500	0,5	» »
8CK15	400 *а*	700	0,2 *а**	» »
PS1190—1198	70	12—30 *кв*	10	» »

* При температуре +150° С.

Цена 6 коп.